



**Comunicación:**  
Educación digitalizada

## **Educación digitalizada**

José Manuel Portela García-Estañ

email: [josemanuel.portela@murciaeduca.es](mailto:josemanuel.portela@murciaeduca.es)

IES Poeta Julián Andúgar, Santomera – Murcia

### **RESUMEN**

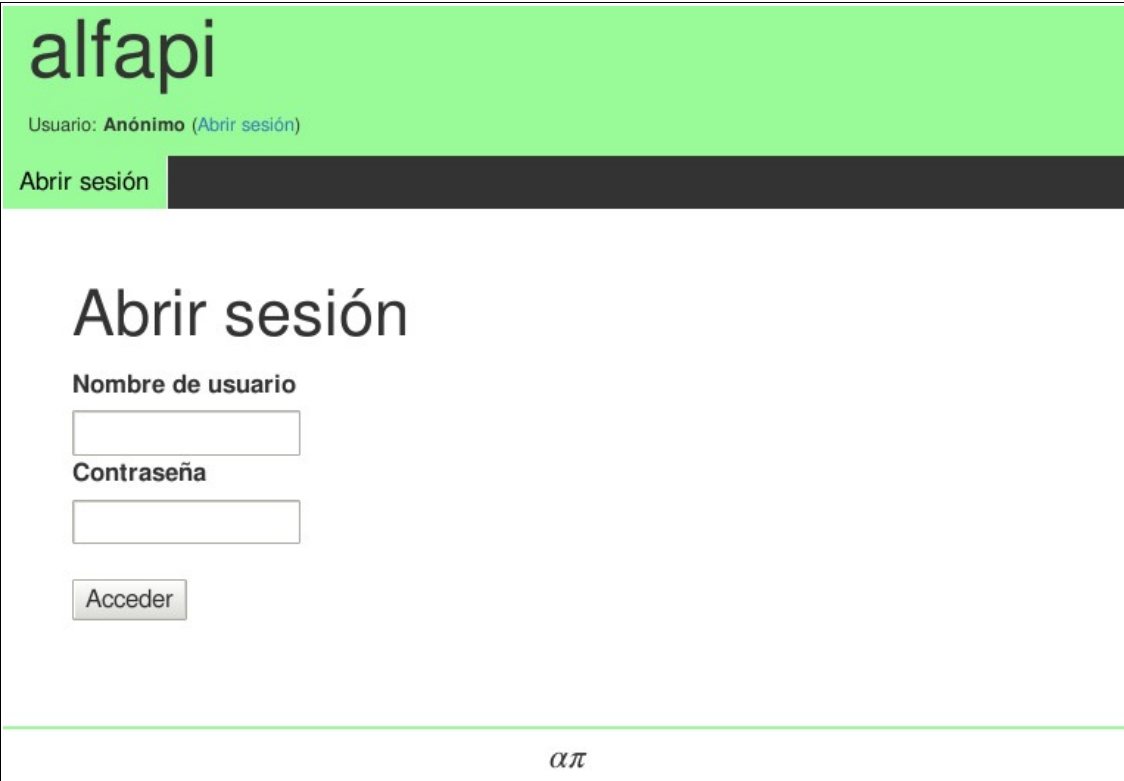
Durante los últimos cinco años hemos desarrollado un sistema informático con el objetivo de mejorar la enseñanza de las Matemáticas, abarcando prácticamente todos los aspectos de la práctica docente: programación didáctica y de aula, así como el diseño de actividades, su puesta en práctica y su evaluación, utilizando los resultados de la evaluación para ajustar todo el proceso y ofrecer atención individualizada a cada alumno. En el texto se describen algunas de las características principales del sistema.

*evaluación continua, corrección automática, atención personalizada*

## Introducción

El proyecto se inició durante el curso 2010/2011 en el IES Poeta Julián Andúgar y desde entonces ha estado en evolución constante ya que con cada objetivo alcanzado surgía un número cada vez mayor de posibilidades de mejora. Ha tenido ya cuatro nombres distintos, así que no sería extraño que el actual, Alfapi, tampoco acabe siendo el definitivo.

Alfapi es una aplicación web, por lo que no requiere la instalación de ningún software por parte de los alumnos y para utilizarla se puede acceder desde una gran variedad de dispositivos. Lo más habitual es que se utilicen ordenadores de sobremesa o portátiles, pero también se puede acceder mediante tablet, smartphone, o en general cualquier dispositivo que tenga un navegador web. Ha sido utilizado como herramienta principal en el desarrollo de nuestra labor docente en el programa bilingüe-inglés desde su inicio, por lo que cientos de alumnos lo han puesto a prueba exhaustivamente durante este tiempo.



alfapi

Usuario: Anónimo (Abrir sesión)

Abrir sesión

# Abrir sesión

Nombre de usuario

Contraseña

Acceder

$\alpha\pi$

Figura 1: Pantalla de acceso.

Nosotros hemos podido aprovecharlo al máximo porque afortunadamente nuestro centro dispone de un gran número de aulas de informática, pero como veremos Alfapi puede ser de gran ayuda para el profesor aunque no disponga de tantos medios.

## Características de Alfapi

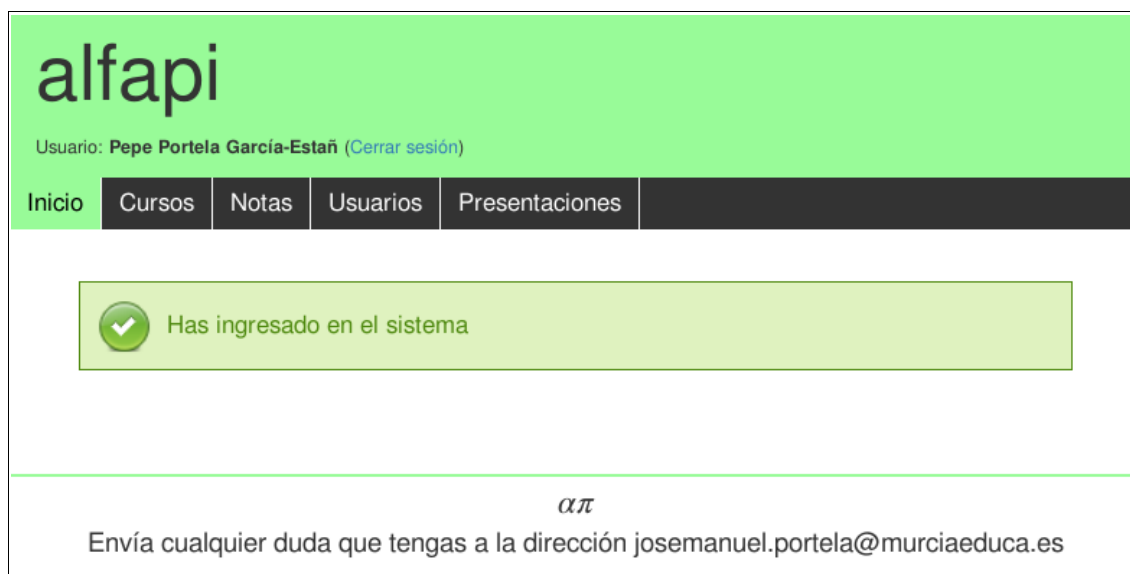


Figura 2: Inicio de sesión.

## Recogida y evaluación automatizada del trabajo de los alumnos

Uno de los elementos principales de Alfapi es el lenguaje AsciiMath [1], desarrollado originalmente por Jipsen, que actualmente es uno de los lenguajes más utilizados para la representación de expresiones matemáticas en la web [2]. Sus principales ventajas son que es muy fácil de leer y usar pero al mismo tiempo muy versátil y capaz de representar prácticamente cualquier tipo de notación necesaria tanto en primaria como en secundaria y bachillerato. En la figura 3 podemos ver lo sencillo que resulta representar fracciones y en la figura 4 se muestran ejemplos más elaborados. En ambas, el texto en color negro es lo que escribe el usuario en AsciiMath, y el texto azul es la expresión matemática correspondiente. Este esquema, con un campo de texto en el que el usuario escribe en AsciiMath a la vez que el sistema muestra el resultado es uno de los más utilizados en las actividades de Alfapi.

(a)  $\frac{4}{3} + \frac{2}{3} : \frac{6}{5}$  ✓

$$\frac{4}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{6}$$

$$\frac{4}{3} + \frac{5}{9}$$

$$\frac{12}{9} + \frac{5}{9}$$

$$\frac{17}{9}$$

$\frac{4}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{6}$   
 $\frac{4}{3} + \frac{5}{9}$   
 $\frac{12}{9} + \frac{5}{9}$   
 $\frac{17}{9}$

Figura 3: Ejercicio de fracciones.

$\{ (x+y=0), (x-y=0) : \}$

$\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + 1/n)^n = e$

$((1, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 0, 1))$

$\int_0^1 f(x) dx$

$$\begin{cases} x+y=0 \\ x-y=0 \end{cases}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n = e$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\int_0^1 f(x) dx$$

Figura 4: Algunas de las muchas posibilidades de AsciiMath.

Otro aspecto clave de Alfapi es que almacena todo el trabajo realizado por el alumno. En la figura 5 se puede ver como el sistema ha guardado automáticamente las respuestas porque el usuario ha cambiado de apartado, así como que también hay un botón para guardar los cambios manualmente. De esta forma se evita que el trabajo se pierda si el alumno tiene algún problema con su ordenador o necesita cambiar de puesto.

Multiply out the brackets:

(a)  $4x^4 \cdot (-4x^3 + 2x) = -16x^7 + 8x^5$

(b)  $-2x \cdot (x^4 - 5x^3 + 3) = -2x^5 + 10x^4 - 6x$

(c)  $6x^3 \cdot (3x^4 - 5x^2 - 5) =$

(d)  $-6x^7 \cdot (-x^8 - 3x^5 - 5x^2 + 3x) =$

☐



Respuestas guardadas

Figura 5: Las respuestas se guardan automáticamente

Una gran ventaja de usar un lenguaje como AsciiMath para la representación del lenguaje matemático es que es posible procesarlo para realizar una evaluación automatizada. En función de la complejidad de las respuestas de cada ejercicio esta evaluación automática puede ser completa o limitarse a valorar ciertos aspectos para ayudar al profesor en la corrección, siendo este último quien completa la evaluación manualmente. En ambos casos, la evaluación es revisable en todo momento y cuando esta se modifica las calificaciones correspondientes se actualizan de manera automática.

El ejercicio de la figura 5, por ejemplo, puede evaluarse de manera automática íntegramente (fig 6). También es posible evaluar la resolución de una ecuación paso por paso como se ve en la figura 7. La valoración de los comentarios del alumno en la resolución de la ecuación, o de la resolución del problema que vemos casi terminado en la figura 8 es algo mucho más complejo de hacer automáticamente y por tanto es el profesor quien se encarga de ello.

Multiply out the brackets:

(a)  $4x^4 \cdot (-4x^3 + 2x) = -16x^7 + 8x^5$  ✓

(b)  $-2x \cdot (x^4 - 5x^3 + 3) = -2x^5 + 10x^4 - 6x$  ✓

(c)  $6x^3 \cdot (3x^4 - 5x^2 - 5) = 18x^7 - 30x^5 - 25x^3$  ✗ The term of degree 3 is wrong

18x^7 - 30x^5 - 25x^3

(d)  $-6x^7 \cdot (-x^8 - 3x^5 - 5x^2 + 3x) = 6x^{15} + 18x^{12} + 30x^9 - 18x^8$  ✓

Grabar respuestas

Presentar el ejercicio ☐



Intento número 1 guardado

Figura 6: Ejercicio corregido.

(a)  $7 - 5x + 1 + 5x + 8x = -5x - 4$  ✗

Simplifico:

$$8 + 8x = -5x - 4$$

Sumo  $5x$  en ambos lados:

$$8 + 13x = -4$$

Resto 8 en ambos lados:

$$13x = 4$$

Divido por 13:

$$x = \frac{4}{13}$$

**Hay un error en el paso 3**

```
# Simplifico:
8+8x=-5x-4
# Sumo `5x` en ambos lados:
8+13x=-4
# Resto `8` en ambos lados:
13x=-4
# Divido por `13`:
x=-4/13
```

Figura 7: Resolución de ecuaciones.

Three friends have received an amount of money. Anna gets  $\frac{5}{12}$  of the money, Lauren gets  $\frac{4}{9}$ , and Jennifer gets 12 840.00 euros. Lauren gives  $\frac{5}{7}$  of her share to Jennifer, to pay a debt. How much money does Jennifer receive in total?

The fraction of the money Jennifer gets is:

$$1 - \frac{5}{12} - \frac{4}{9} = \frac{36}{36} - \frac{15}{36} - \frac{16}{36} = \frac{5}{36}$$

The total amount of money is:

$$12840 : \frac{5}{36} = 92448$$

Amount that Lauren gives to Jennifer:

$$\frac{4}{9} \cdot \frac{5}{7} \cdot 92448 \approx 29348.57$$

# The fraction of the money Jennifer gets is:

$$1 - \frac{5}{12} - \frac{4}{9} = \frac{36}{36} - \frac{15}{36} - \frac{16}{36} = \frac{5}{36}$$

# The total amount of money is:

$$12840 : \frac{5}{36} = 92448$$

# Amount that Lauren gives to Jennifer:

$$\frac{4}{9} \cdot \frac{5}{7} \cdot 92448 \approx 29348.57$$

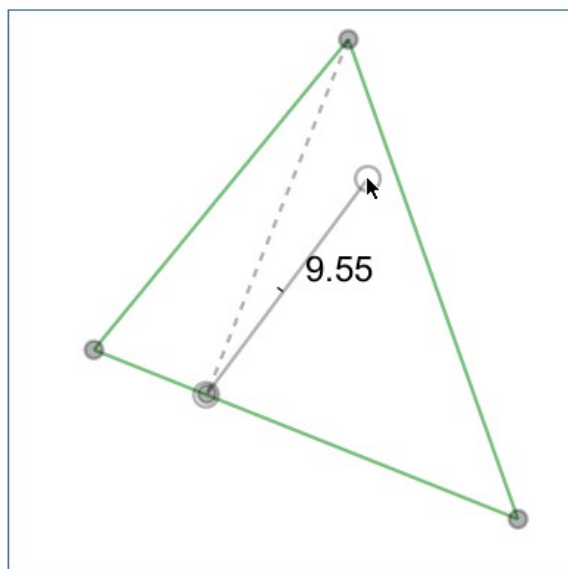
12840/5\*36=92448.0000000000  
20/63\*92448=29348.5714285714

Figura 8: Resolución de problemas.

Las actividades que se realizan en el ordenador se pueden complementar con elementos como la calculadora integrada que se puede ver en las figuras 8 y 9. A esta calculadora se le pueden añadir limitaciones, como el número y tipo de operaciones permitidas, algo que abre varias posibilidades en el diseño de ejercicios. Además, todo lo que se hace con la calculadora queda registrado y por tanto también se puede utilizar en la evaluación del ejercicio.

También existe la posibilidad de preparar ejercicios en los que se interpretan o manipulan distintos tipos de gráficos. Por ejemplo, en la figura 9 se puede ver un ejercicio de cálculo de áreas de polígonos en el que se dispone de una herramienta para tomar medidas y en la figura 10 vemos una actividad sobre monotonía de gráficas de funciones en la que el alumno puede utilizar dos rectas verticales móviles como referencia.

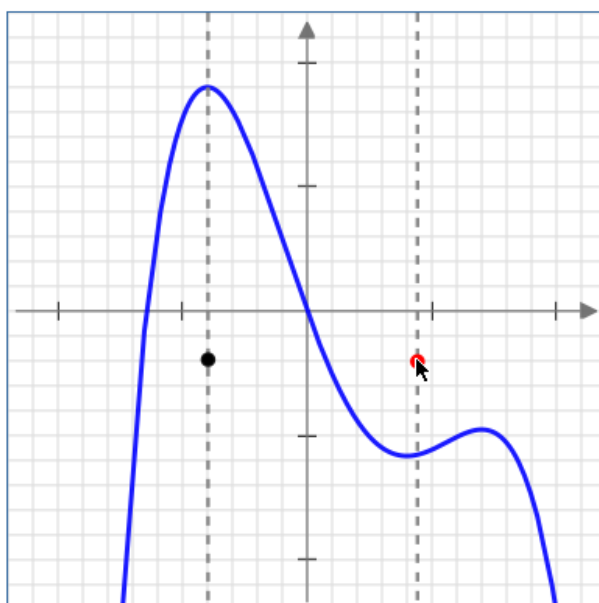
Calculate the area of the following shapes, rounding to the nearest hundredth if necessary:



(a)

 =

Figura 9: Gráficos interactivos. Cálculo de áreas.



(e) The function is decreasing when:

$x > 2$  or

$x > 7$  or

Figura 10: Gráficos interactivos. Gráficas de funciones.



## Evaluación y calificación

Los criterios de evaluación y calificación que utilizamos están basados explícitamente en un gran número de aspectos muy específicos del aprendizaje del alumno, a los que hemos llamado *indicadores de evaluación*. En las figuras 11 y 12 se muestran varios ejemplos de indicadores, que aunque se muestran con su descripción abreviada, pueden dar una buena idea de a qué nos referimos.

Cada actividad realizada por el alumno está relacionada con uno o más indicadores que se califican de forma independiente al evaluar la actividad. De esta forma, a lo largo del curso se obtienen múltiples notas para cada indicador, a partir de las cuales se calcula la nota global del mismo<sup>1</sup>.

Para obtener la calificación de la asignatura se crea una jerarquía de notas con la siguiente estructura:

1. En el nivel más bajo están los indicadores, que son los únicos que el profesor evalúa y califica directamente.
2. Por encima de ellos se sitúan los criterios de evaluación del currículo de la asignatura correspondiente. Cada indicador se asocia a uno de ellos y estos a su vez se evalúan automáticamente a partir de los indicadores correspondientes.
3. Finalmente tenemos la calificación general de la asignatura, que se calcula a través de una media ponderada de las notas de los criterios de evaluación. Esta media se redondea si es necesario para obtener la calificación oficial, con la salvedad de que para aprobar se establece el requisito de que la nota correspondiente a cada criterio de evaluación del currículo sea de al menos un cuatro.

La gran ventaja de basar explícitamente la evaluación en indicadores directamente relacionados con los contenidos de la asignatura es que la información que proporciona se puede usar para introducir reajustes, como reforzar aquellos contenidos que globalmente tengan peores notas, y adaptar las tareas y las pruebas de evaluación de cada alumno a sus propias calificaciones<sup>2</sup>.

Además, los indicadores pueden ser muy variados, y no todos tienen que estar directamente relacionados con las Matemáticas. Por ejemplo, desde nuestra área se pueden evaluar indicadores relacionados con la comprensión lectora o la actitud en el aula sin que esto afecte en modo alguno al resto de la evaluación, puesto que estos indicadores no estarán directamente relacionados con los criterios de evaluación de la asignatura. Sin embargo, gracias a ello se puede lograr una evaluación objetiva de otros aspectos, como por ejemplo las Competencias Básicas.

En las siguientes figuras tenemos algunas muestras de la información que se puede obtener de un sistema informático de estas características. Un ejemplo muy significativo lo tenemos en la figura 13, en la que se representa la nota media de un alumno durante el curso. Se ve como esta no es muy fiable al principio dado el escaso número de actividades que se había realizado y a que estas eran de repaso e introductorias. Pero a las pocas semanas la media se estabiliza y se puede apreciar claramente la evolución del alumno.

## Notas de los indicadores

Filtrar:

Criterio global	Nº	Descripción	Nota
CG03	1	Divisores de un número menor que 100	7.00
CG03	2	Descompone un número en factores primos	4.00
CG03	3	Calcular mcd y mcm	8.75
CG03	4	Suma o resta dos números enteros II	9.67
CG03	6	Simplifica fracciones	10.00
CG03	7	Reduce fracciones a común denominador	7.76
CG03	8	Suma y resta fracciones I	9.23
CG03	11	Criterios de divisibilidad	5.42
CG03	12	Calcular mcd y mcm II	5.00
CG03	13	Suma o resta dos números enteros I	9.68
CG03	14	Multiplica o divide dos números enteros I	9.66
CG05	15	Suma varios enteros I	9.15
CG05	16	Suma varios enteros II	7.80

Mostrando 81 indicadores de evaluación

Figura 11: Tabla de notas de un alumno de 2ºESO.

## Notas de los indicadores

Filtrar: fracc

Criterio global	Nº	Descripción	Nota
CG03	6	Simplifica fracciones	10.00
CG03	7	Reduce fracciones a común denominador	7.76
CG03	8	Suma y resta fracciones I	9.23
CG03	401	Suma y resta fracciones II	7.08
CG03	402	Suma y resta fracciones III	4.00
CG03	410	Multiplica fracciones I	8.74
CG03	411	Divide fracciones I	8.08
CG05	420	Operaciones combinadas de fracciones I	5.75
CG03	440	La fracción como operador I	10.00
CG03	441	La fracción como operador II	10.00
CG04	450	Problemas de fracciones	10.00
CG04	451	Problemas de fracciones	2.50
CG04	452	Problemas de fracciones	10.00

Mostrando 15 indicadores de evaluación (de 81)

Figura 12: Tabla de notas filtrada.

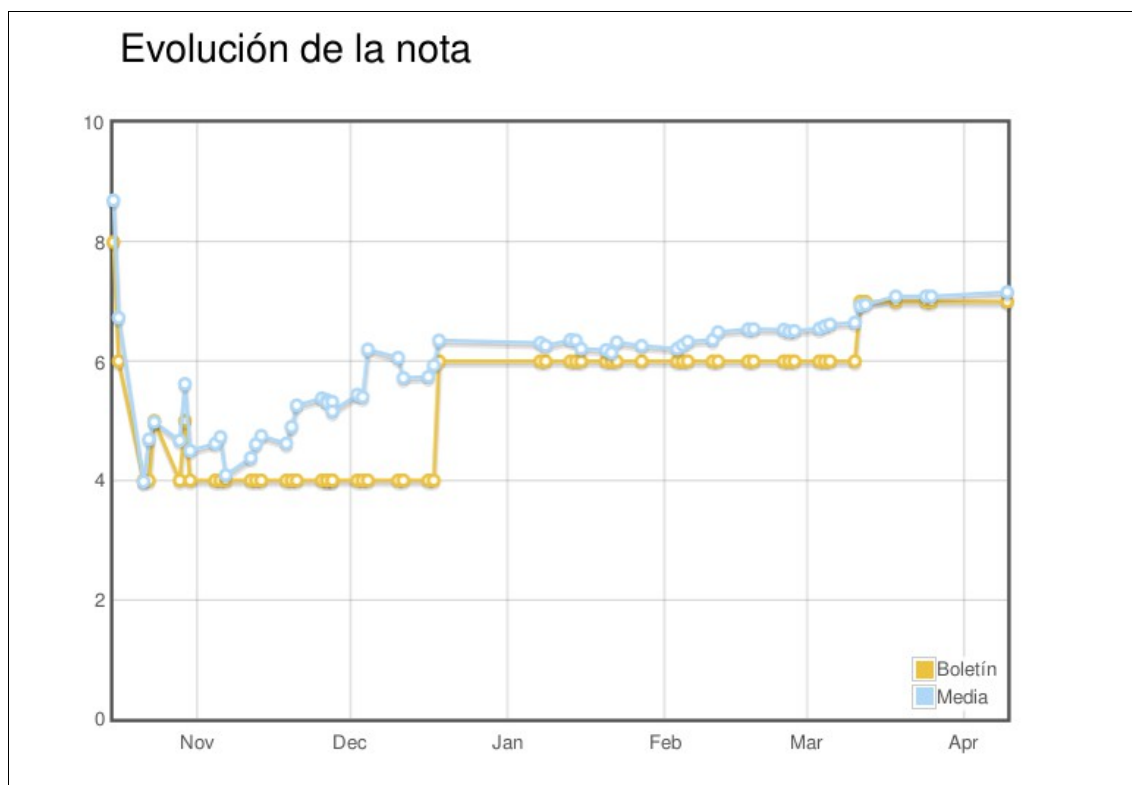


Figura 13: Evolución de la nota media de un alumno.

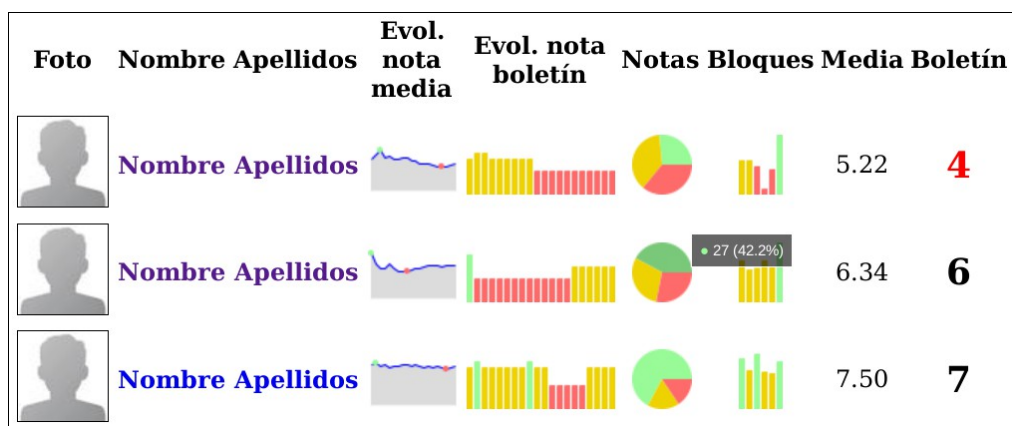


Figura 14: Tabla de notas de un grupo.

## Aprovechamiento del sistema

Para un aprovechamiento máximo del sistema, es necesario que los alumnos dispongan de dispositivos con los que acceder al mismo, por lo que es deseable contar con un aula de informática durante el mayor número posible de horas lectivas, o con tablets o incluso smartphones suficientes para todos los alumnos. Esto no es algo que se pueda conseguir fácilmente, pero las ventajas que ofrece Alfapi son mayores en nuestra opinión que las dificultades que habría que superar.

Por otra parte, existen otras opciones que aunque no obtienen un aprovechamiento similar de la plataforma sí que suponen ciertas ventajas con respecto al uso de medios tradicionales.

Si no se dispone de medios para que los alumnos accedan al sistema, el profesor puede utilizarlo individualmente como banco de recursos para generar materiales, y presentarlos mediante un proyector<sup>3</sup>. Al tener la aplicación como guía de la asignatura todo lo que se hace en el aula queda registrado automáticamente, por lo que tanto la programación de aula como el seguimiento de la programación se realizan sin ningún esfuerzo adicional.

Otra posibilidad, que se puede combinar con la anterior, es instalar la aplicación en un servidor conectado a Internet. De esta forma, los alumnos tendrían acceso a los materiales de la asignatura, podrían revisar sus calificaciones, o trabajar los indicadores en los que tengan peor puntuación para poder mejorar sus notas en la siguiente prueba de evaluación.

## Conclusión

Alfapi todavía tiene muchos defectos y aspectos en los que debe mejorar, pero consideramos que aún así es innegable que ofrece un gran número de ventajas para la docencia. Sobre todo teniendo en cuenta que todavía no hemos empezado a explorar algunas posibilidades que se abrirían si todo un claustro o incluso varios centros educativos se coordinaran a través de un sistema informático de estas características, ya que aunque hasta el momento todo el material desarrollado está relacionado con las Matemáticas, sería posible introducir mejoras que posibilitaran el uso de Alfapi desde cualquier área.

Esto supondría una ayuda formidable en la coordinación de departamentos y equipos docentes, haría muy sencillas las evaluaciones externas, la autoevaluación o la coevaluación. Permitiría la creación una red de centros educativos en la que se podrían compartir materiales didácticos o coordinar y realizar actividades en las que participarían simultáneamente alumnos y profesores de distintas localidades, o incluso de distintos países.

Esperamos que gracias a esta comunicación otros profesores se animen a unirse al proyecto y participen en su desarrollo.



Figura 15: Cierre de sesión.

## Referencias

[1] <http://asciimath.org>

[2] <https://docs.moodle.org/29/en/AsciiMathML>

---

1. El método que estamos utilizando para calcularla consiste en realizar una *media progresiva*, en la que a partir de la segunda nota con cada nueva calificación se obtiene la media aritmética de la nota anterior y la nueva. De esta forma se tienen en cuenta todas las puntuaciones pero las últimas son las que tienen mayor peso, lográndose así que el valor del indicador represente mejor el nivel actual del alumno.

2. Esto es complicado de realizar cuando los instrumentos de calificación son del tipo *Exámenes*, *Cuaderno* y *Actitud*.

3. También sería posible crear versiones imprimibles de los materiales, aunque dado que por el momento no la hemos necesitado, esta característica aún no está implementada.